

## Reference /

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

### PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2004280017 A

(43) Date of publication of application: 07.10.2004

(51) Int. Cl G03F 7/20  
B29C 33/36, G02B 3/00, G03F 1/08

(21) Application number: 2003075100

(22) Date of filing: 19.03.2003

(71) Applicant: CITIZEN WATCH CO LTD

(72) Inventor: FUJII NAOKI

MORIYA TAKU

(54) METHOD FOR MANUFACTURING FINE  
FEATURE ARTICLE

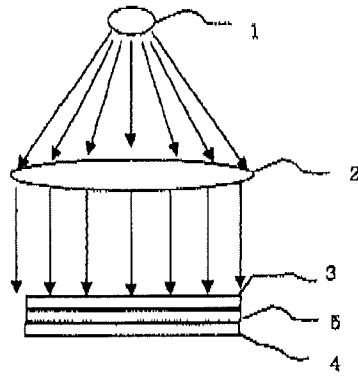
dimension is obtained.

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIPI

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for manufacturing a fine feature article by which a three-dimensional feature with high feature resolution and a large aspect ratio can be produced.

SOLUTION: The method is carried out by using a negative resist and a transparent member for the substrate to be coated with the resist, and by exposing the resist not through the resist side but through the transparent side via a gray scale mask. Thereby, problems relating to the flatness degree and surface roughness of the resist surface can be solved, and a fine three-dimensional feature having a large feature height di-



**JPO Computer translation of excerpts of Reference 1 referred to by the Examiner  
(Please note that we and the JPO assume no liability for any damages caused by the use  
of this translation)**

Reference 1 (JP 2004-280017 A) discloses in sections [0001] - [0025] as follows:

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention manufactures a metallic mold about the manufacturing method of the minute shape thing which used the gray scale mask based on the method of carrying out formation creation of the cubic shape on resist especially using a gray scale mask, and it, and relates to the manufacturing method of the minute shape thing which manufactures a minute shape thing using this metallic mold.

[0002]

[Description of the Prior Art]

There are the conventional methods, such as the machining method and etching processing, a method of using the gray scale mask in which the manufacture technique has been established in recent years, etc. in the manufacturing method of a minute shape thing. Although the machining method was in use, in the microlens array as which detailed and highly precise cubic shape is required, conventionally Highly-precise-izing, The method of using the gray scale mask manufactured by extension of the photolithography used as the art which the demand of minuteness making and array-izing increased, and matured in IC relation in recent years is becoming in use.

[0003]

The method of using a gray scale mask vacates and arranges adhesion or a certain amount of interval to the positive resist which manufactured the gray scale mask with the shade gradation of a multiple value and to which the mask was applied on the substrate, and via a gray scale mask. The resist of the place which performed shade exposure which had gradation in the positive resist and where light hit strongly by the development after that is the method of acquiring mask concentration and cubic shape with correlation, when the amount of resist removal which it was removed mostly and became thin and upon which light struck weakly remains thickly few (for example). Refer to patent documents 1.

Although the method of giving exposure with a binary mask from the substrate side using negative resist, and performing shape generation is also devised, three-dimensional shape is not supported (for example, refer to patent documents 2.).

[0004]

[Patent documents 1]

JP 2002-323747 A (the five - 6th page, Fig. 5)

[Patent documents 2]

JP 2000-103062 A (the 12th page, Fig. 10)

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

By the method of using the gray scale of the actual condition which generates three-dimensional shape on resist, it exposes via a gray scale mask using a positive resist from the resist application side side. In this positive resist, generally, thick-film-izing is difficult, restriction arises in the size of a thickness direction, and shape generation of not less than 50 micrometers cannot be performed easily substantially. In order to obtain the high definition shape which requires high resolving, it is necessary to stick a mask to resist but, and. Since it is difficult to apply the display flatness on the upper surface of resist good, between a mask and resist. Since the shape which uniform shape generation cannot be performed but is done that it is hard to obtain resolution high since an uneven crevice is made becomes a resist upper surface standard, SUBJECT reflected in the shape by which the display flatness and surface roughness on the upper surface of resist are generated occurs.

[0006]

(The purpose of an invention)

This invention solves an aforementioned problem and an object of this invention is to provide the manufacturing method of the minute shape thing in which the three-dimensional shape generation also with a big aspect ratio with high generation resolution is possible.

[0007]

[Means for Solving the Problem]

In order to attain the above-mentioned purpose. Use a transparent member for a substrate which uses resist of NEGATAIPU for resist in a manufacturing method of a minute shape thing of this invention, and applies resist further, and exposure by exposing via the transparent substrate side to a gray scale mask from the resist side Display flatness of a resist surface, A problem of surface roughness is conquered and detailed three-dimensional shape generation of shape where shape height measurement is still larger is attained.

[0008]

[Embodiment of the Invention]

(A first embodiment)

This embodiment explains the case where a lens shape thing is manufactured, as a manufacturing method of a minute shape thing. First, how to form a lens shape part on resist is explained using drawing 1, drawing 2, drawing 3, drawing 4, drawing 5, and drawing 6. As shown in drawing 1, a spin coater is used for one one side of the transparent substrate 5 which consists of glass materials, and the negative resist 4 is applied to it. Thickness which applies the negative resist 4 is made larger than the thickness of the lens formed on the negative resist 4. then, the cooking temperature at 100 degrees -- a for [ 5 minutes ] grade -- it heat-treats and the negative resist 4 is stiffened. Next, the transparent substrate 5 is irradiated via the gray scale mask 3 with the light source 1 which consists of UV lamps from the opposite hand of the negative-resist 4 spreading side of the transparent substrate 5, it irradiates with the negative resist 4 through

the transparent substrate 5 further, and the negative resist 4 is exposed. The optical system 2 arranged between the light source 1 and the gray scale mask 3 in drawing 1 is an optical lens parallelizing and for equalizing about the light of the light source 1.

Then, a development is performed to the negative resist 4, and as shown in drawing 4, it leaves the remaining part 21 flat around the lens shape part 20 and the lens shape part 20 on the negative resist 4.

The gray scale mask 3, It manufactures by the method of manufacturing the mask which draws the detailed dot below the method of drawing by the electron beam or laser to the photosensitive materials of a silver salt, and drawing a shade to a silver salt photo conductor with the intensity of an electron beam or laser, or optical resolution with an electron beam lithography system, and expresses a shade with the density of a dot by a photolitho step etc.

[0009]

Since the thickness of the resist which remains after development changes with light exposures, about intensity The transmissivity of a mask, . The light exposure to resist and the relation of the residual thickness of resist from which residual thickness changes with exposure time etc. become like the formula 1 shown in drawing 11. The formula 1 is an expression of relations publicly known as a formula of lambert raise in basic wages, Cd shows a critical light exposure and E<sub>0</sub> with a light exposure, the residual thickness of the negative resist after development shows it, and E<sub>c</sub> in a formula shows D<sub>p</sub> with penetration depth.

The relation between the mask concentration from an experiment and the residual thickness of resist is shown in drawing 6. The vertical axis in drawing 6 shows the residual thickness of the resist after a development, and the horizontal axis shows the transmissivity of the gray scale mask. The approximation straight lines 25 in a figure have brought the result which shows the transmissivity corresponding to the critical light exposure E<sub>c</sub> in the intersection 26 of the approximation straight lines 25 and the horizontal axis of residual thickness zero by the approximation straight lines obtained from an experimental value that the horizontal axis of this figure is a semilogarithmic graph of logarithmic scale, and in addition drawing 6 relations applied to the formula 1 correspondingly.

[0010]

THB130 of JSR is used for resist, they use the company's specification article for a developing solution, and the mask transmissivity of this example and the relation of residual thickness are the cases in illumination 450 mJ/mJ/cm<sup>2</sup> (uv light source) of a mask surface, and exposure time 30 seconds.

In actual modeling, after exposing according to the resist and the developing solution to be used and defining a developing condition, the mask transmissivity of each point corresponding from the height of each point of shape which makes and demands a translation table in quest of the transmissivity of a mask like drawing 6 and the relation of resist residual thickness is set up, and mask manufacture is performed.

[0011]

Shape generation of the convex lens shape part 10 like drawing 2. When carrying out. The concentration gradation of the \*\* gray scale mask 3 from the critical light exposure Ec at the place which gives gently-sloping gradation which gives transmissivity distribution like drawing 3 in a central section, and becomes low about the transmissivity of a periphery highly in the transmissivity of the central part, and corresponds to portions with the lowest height other than a lens part. The irradiation energy of some many. It is considered as the becoming transmissivity distribution [ as ]. In order that the concentric circle 11 may make a mask from that in drawing 3 and may make lens shape with the figure from the upper surface, transmissivity equal to concentric circle shape is shown. A transverse direction distribution of a light exposure the transmissivity distribution 12 and a lengthwise direction like the transmissivity distribution 13. Considering it as transmissivity distribution which serves as irradiation energy of some many from the critical light exposure Ec at the place corresponding to portions with the lowest height other than the lens part which is considered as gently-sloping distribution and which was mentioned above the illuminance change of exposure systems, and the shape change by the sensitivity variation of resist. It is for stopping, and since it becomes an irradiation energy exposure of some many from Ec, the remaining part 21 of resist arises.

[0012]

The transmissivity of the gray scale mask of the portion equivalent to the remaining part 21 serves as the minimum light exposure parts 14 and 15 of a shape generation part.

[0013]

In order to generate the concave lens shape part 22 like drawing 5, concave lens shape is acquired after a development by giving gradation like drawing 7 which becomes [ transmissivity distribution / of a mask ] high about the transmissivity of a periphery low in the transmissivity of the central part.

[0014]

As for resist, in the light exposure to resist, in the manufacturing method of this invention, the resist thickness as which a light exposure is all expressed in the expression of relations of the formula 1 in the field more than Ec remains after development in the field below the critical light exposure Ec. the accuracy of form generated since the substrate upper surface serves as a standard and the shape generated can use a highly precise glass plate etc. for a substrate can also generate shape with high precision to the conventional manufacturing method (the upper surface standard of the resist which used the positive resist and was applied -- it manufactures).

[0015]

When resist is generally applied thickly, the profile irregularity and thickness variation of a spreading side get worse, but by the method of this invention as mentioned above. If it has become more than the height of the shape which the minimum resist thickness generates, since resist upper surface display flatness does not affect the shape generated, it can also generate the shape where height measurement is big, with high degree of

accuracy.

[0016]

As for the shape generated on resist, it is common to metallic-mold-ize by forming a metaled thick film on resist by plating treatment, and the method electroforming to which the process of metallic-mold-izing performs thick film-ization by electroplating after surface electric conduction processing is established. How to carry out shape generation of the resist convex [ of drawing 2 ], and to obtain the metallic mold on concave hereafter is explained using drawing 10 about exposure, development, electric conduction processing, and a thick film plating process in simple.

Drawing 10 (a) applies the negative resist 4 to one side of the transparent substrate 5, the process of exposing the negative resist 4 which passes the gray scale mask 3 from the field side of another side of the transparent substrate 5 is shown, and drawing 10 (b) shows the state where the resist 50 which has the lens shape part 20 after development was generated. This process uses the gray scale mask 3 of the transmissivity distribution of drawing 3, in order to acquire the lens shape shown in drawing 2, as mentioned above. Next, electric conduction processing of the surface of the resist 50 for which it has the lens shape part 20 obtained at the process of drawing 10 (b) is carried out, and after that, by electroplating (electroforming), as shown in drawing 10 (c), the metaled thick film plated section 23 is formed in the resist 50. Next, as shown in drawing 10 (d), the strip of the transparent substrate 5 and the resist is carried out from the metaled thick film part 23, after that, outside processing etc. are machined and a metallic mold is manufactured. Thus, the minute shape thing which has the cubic shape of a micro lens etc. is manufactured using the manufactured metallic mold. By the above process, the minute shape thing of the big three-dimensional shape of an aspect ratio can be manufactured.

[0017]

(A second embodiment)

This embodiment explains the manufacturing method of the minute shape thing for attaining improvement in resolution using drawing 8. In this embodiment, negative resist is applied to the mask surface using the mask which drew the gray scale on the transparent substrate, and exposure is performed from the substrate side. Since resist is directly applied on a mask, it becomes possible to stick a gray scale mask and resist thoroughly, the fall of the resolution by diffraction of light can be suppressed to the minimum, and shape generation still higher definition than a first embodiment is attained.

[0018]

In this embodiment, the negative resist 32 is used for the 31st page of the gray scale mask on the transparent substrate 30, applying it directly. As shown in drawing 8, parallelizing and the transparent substrate 30 which equalized and drew the gray scale mask on the surface are irradiated with the light from UV lamp 1 of a light source using the optical system 2. Like arrangement of drawing 8, exposure irradiates with light from the field where the negative resist 32 of the transparent substrate 30 is not applied,

and it goes into the gray scale mask 31 which passed the area pellucida of the transparent substrate 30 and was drawn on the transparent substrate 30, and it is irradiated with it by the negative resist 32 via a mask.

With the composition of drawing 8, since a mask surface and resist will be in the state of full adhesion and the fall of the resolution by diffraction can be suppressed to the minimum, it becomes generable [ the minute shape which high resolution was obtained and was not able to reach conventionally ].

[0019]

In order to obtain high resolution, it is desirable to make parallel light irradiated from a light source.

[0020]

When this embodiment becomes advantageous when the transmissivity distribution of the mask used by this embodiment is almost the same as a first embodiment and high resolution is required, but the demand of resolution performs shape generation of a large number from a single mask low, a first embodiment becomes advantageous in cost.

[0021]

(A third embodiment)

For a start, in a second embodiment, although a mask is stuck to resist or a transparent substrate and actual size is exposed, it is also possible to expose by carrying out image formation of the mask image on resist using reduction or a magnifying optical system. This embodiment shows the embodiment which carries out image formation of the gray scale mask image on resist using reduction exposure systems, and performs shape generation.

[0022]

The operation figure of this embodiment is shown in drawing 9. Exposure projection is carried out at the negative resist 4 which the light from UV lamp 1 of a light source was reduced by the optical system 2, and the light from parallelizing and the gray scale mask 3 which it equalizes and is irradiated by the gray scale mask 3 was reduced by the reduction optical system 40, and was applied to the transparent substrate 5 via the transparent substrate 5. In this embodiment, by using a reduction optical system, the shape generation below mask drawing size is attained, and still more detailed shape generation is attained.

Since it is reduced by an optical system even if a high definition drawing device is required in gray scale exposure in order to carry out smooth shape generation, but it uses the mask made with the drawing device with large pixel size by using a reduction optical system like this embodiment, smooth shape generation is attained.

[0023]

For example, the demand of an optic etc. The surface disposition to satisfy. If it does not make the size of a dot below sub-micron in using the mask of a method which expresses the concentration of a gray scale mask by the density of a dot by adhesion or the optical system of 1 time exposure to obtain, dot shape will appear in the shape generated on resist, but the

reduction optical system of 1 to 10. Since the size of a dot is permitted to micron size if it is used, mask drawing becomes easy.

[0024]

Composition like this embodiment as mentioned above is suitable for the use as which detailed shape and smooth shape are required.

[0025]

[Effect of the Invention]

As mentioned above, according to the manufacturing method of the minute shape thing in this invention, it becomes possible to generate high definition three-dimensional shape on resist, and the big shape of an aspect ratio is also can be manufactured again. As a result, a metallic mold is manufactured based on the three-dimensional shape formed on resist, and it becomes possible using this metallic mold to manufacture the minute shape thing of the big three-dimensional shape of aspect ratios, such as a micro lens.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The figure for explaining the manufacturing process which manufactures the minute shape thing in a first embodiment.

[Drawing 2] The schematic diagram showing a convex lens shape part.

[Drawing 3] The transmissivity distribution figure of the gray scale mask for generating the convex lens shape part in drawing 2.

[Drawing 4] The schematic diagram showing the lens shape part obtained by a first embodiment.

[Drawing 5] The schematic diagram showing a concave lens shape part.

[Drawing 6] The related figure of gray scale mask transmissivity and the residual thickness after the development of negative resist.

[Drawing 7] The transmissivity distribution figure of the gray scale mask for generating the concave lens shape part in drawing 5.

[Drawing 8] The schematic diagram for explaining the manufacturing process of the minute shape thing in a second embodiment.

[Drawing 9] The schematic diagram for explaining the manufacturing process of the minute shape thing in a third embodiment.

[Drawing 10] Simplified schematic showing the manufacturing process in the manufacturing method of the minute shape thing of this invention.

[Drawing 11] The figure showing the formula 1.

[Description of Notations]

1 Light source

2 Parallel-izing and equalization optical system

3 Gray scale mask

4 Negative resist

5 Transparent substrate

10 Convex lens shape part

11 Transmissivity lines, such as a concentric circle

12 Lateral transmissivity distribution

13 Transmissivity distribution of a lengthwise direction

14 Transmissivity corresponding to the minimum light exposure

15 Transmissivity corresponding to the minimum light exposure

- 20 The generated lens shape part
- 21 The resist remainder corresponding to the minimum light exposure
- 22 Concave lens shape part
- 23 Thick film plated section
- 30 The transparent substrate which drew the gray scale mask
- 31 Gray scale mask
- 32 Negative resist
- 40 Reduction optical system
- 50 Resist which has lens shape

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-280017

(P2004-280017A)

(43) 公開日 平成16年10月7日(2004.10.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G03F 7/20  
B29C 33/38  
G02B 3/00  
G03F 1/08

F 1  
G03F 7/20 501  
B29C 33/38  
G02B 3/00 Z  
G03F 1/08 A

テーマコード (参考)  
2H095  
2H097  
4F202

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号  
(22) 出願日

特願2003-75100 (P2003-75100)  
平成15年3月19日 (2003.3.19)

(71) 出願人 000001960  
シチズン時計株式会社  
東京都西東京市田無町六丁目1番12号  
(72) 発明者 藤井 直樹  
東京都西東京市田無町六丁目1番12号  
シチズン時計株式会社内  
(72) 発明者 森谷 卓  
東京都西東京市田無町六丁目1番12号  
シチズン時計株式会社内  
F ターム (参考) 2H095 BA04 BC04  
2H097 FA03 JA02 LA15  
4F202 AF16 AH74 CA30 CB01 CD12  
CD23

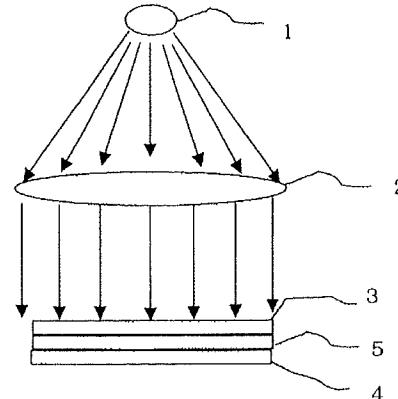
(54) 【発明の名称】微細形状物の製造方法

(57) 【要約】

【課題】生成解像力が高くアスペクト比も大きな三次元形状生成が可能な微細形状物の製造方法を提供する。

【解決手段】本発明の製造方法ではレジストにネガタイプのレジストを用い更にレジストを塗布する基板に透明部材を用いて露光をレジスト側からではなく透明基板側からグレイスケールマスクを介して露光を行うことにより前期課題のレジスト表面の平坦度、表面粗さの問題を克服し更に形状高さ寸法の大きい形状の微細三次元形状生成を達成する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項1】**

基板に形成されたレジストに微細形状を形成する工程と、微細形状が形成されているレジストの表面に電鍍層を形成して金型を製作する工程と、前記金型を用いて微細形状物を製造する微細形状物の製造方法において、

前記基板に形成されたレジストに微細形状を形成する工程は、透明基板の一方の片面側にネガレジストを形成する工程と、前記透明基板の他方の面側から光を照射し、多値の階調を持ったグレイスケールマスクを介して前記ネガレジストを露光する工程と、該ネガレジストを現像し前記グレイスケールマスクの階調と相関を持った三次元微細形状を前記ネガレジスト上に形成する工程とを有することを特徴とする微細形状物の製造方法。

**【請求項2】**

前記透明基板の一方の片面に前記グレイスケールマスクを形成する工程と、該グレイスケールマスクの表面に前記ネガレジストを塗布する工程とを有することを特徴とする請求項1記載の微細形状物の製造方法。

**【請求項3】**

前記透明基板の一方の片面に前記ネガレジストを塗布する工程と、前記透明基板の他方の片面にグレイスケールマスクを形成する工程とを有することを特徴とする請求項1記載の微細形状物の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、グレイスケールマスクを用いた微細形状物の製造方法に関し、特に、グレイスケールマスクを用いて立体形状をレジスト上に形成作成する方法及び、それを元に金型を作成し、この金型を用いて微細形状物を製造する微細形状物の製造方法に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

微細形状物の製造方法には機械加工法やエッティング加工などの従来方法と近年製作手法が確立されてきたグレイスケールマスクを用いる方法などがある。微細且つ高精度の立体形状が要求されるマイクロレンズアレーなどでは従来機械加工法が主流であったが高精度化、微細化及びアレー化の要求が高まり近年ではIC関連で成熟した技術となったフォトリソ技術の延長で製造するグレイスケールマスクを用いる方法が主流となってきている。

**【0003】**

グレイスケールマスクを用いる方法は多値の濃淡階調を持つグレイスケールマスクを製作しそのマスクを基板上に塗布されたポジレジストに密着またはある程度の間隔を空けて配置しグレイスケールマスクを介してポジレジストに階調を持った濃淡露光を行いその後現像処理によって光の強くあたった場所のレジストは多く除去されて薄くなり光の弱くあたったところのレジスト除去量が少なく厚く残ることによりマスク濃度と相関を持った立体形状を得る方法である（例えば、特許文献1参照。）。

またネガレジストを用いて基板側から二値のマスクにより露光を与えて形状生成を行う方法も考案されているが三次元形状には対応していない（例えば、特許文献2参照。）。

**【0004】****【特許文献1】**

特開2002-323747号公報（第5-6頁、第5図）

**【特許文献2】**

特開2000-103062号公報（第12頁、第10図）

**【0005】****【発明が解決しようとする課題】**

三次元形状をレジスト上に生成する現状のグレイスケールを用いる方法ではポジレジストを使用してレジスト塗布面側からグレイスケールマスクを介して露光を行う。このポジレジストでは一般的に厚膜化が難しく厚さ方向の寸法に制限が生じ実質的には $50\mu m$ 以上

の形状生成が出来にくい。また、高い解像を要求する高精細な形状を得るためにマスクをレジストに密着させる必要があるが、レジスト上面の平坦度を良好に塗布することが困難なためにマスクとレジストの間に不均一な隙間が出来てしまう為に高い解像度を得にくく均一な形状生成が出来ず出来あがる形状がレジスト上面基準になる為にレジスト上面の平坦度や表面粗さが生成される形状に反映されてしまう課題がある。

#### 【0006】

##### (発明の目的)

本発明は上記課題を解決し生成解像力が高くアスペクト比も大きな三次元形状生成が可能な微細形状物の製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明の微細形状物の製造方法ではレジストにネガタイプのレジストを用い更にレジストを塗布する基板に透明部材を用いて露光をレジスト側からでなく透明基板側からグレイスケールマスクを介して露光を行うことによりレジスト表面の平坦度、表面粗さの問題を克服し更に形状高さ寸法の大きい形状の微細三次元形状生成を達成する。

#### 【0008】

##### 【発明の実施の形態】

###### (第一の実施形態)

本実施形態は微細形状物の製造方法として、レンズ形状物を製造する場合について説明する。まず、レンズ形状部をレジスト上に形成する方法を図1、図2、図3、図4、図5、図6を用いて説明する。図1に示すように、ガラス材からなる透明基板5の一方の片面にネガレジスト4をスピンドルコートを用いて塗布する。ネガレジスト4を塗布する厚さは、ネガレジスト4上に形成するレンズの厚さより大きくする。その後、加熱温度100度で5分間程度、加熱処理してネガレジスト4を硬化させる。次に、透明基板5のネガレジスト4塗布面の反対側からUVランプからなる光源1でグレイスケールマスク3を介して透明基板5に光を照射し、さらに透明基板5を通してネガレジスト4を照射し、ネガレジスト4を露光する。尚、図1中において光源1とグレイスケールマスク3の間に配置される光学系2は光源1の光を平行化、均一化するための光学レンズである。

その後、ネガレジスト4に現像処理を施し、図4に示すようにネガレジスト4上にレンズ形状部20及びレンズ形状部20の周囲に平坦な残存部21を残す。

また、グレイスケールマスク3は、銀塩の感光材料に電子線やレーザーで描画を行い電子線やレーザーの強度により銀塩感光体に濃淡を描画する方法や光学分解能以下の微細ドットを電子線描画装置により描画しドットの密度で濃淡を表すマスクをフォトリソ工程で製造する方法などで製作を行う。

#### 【0009】

現像後に残存するレジストの厚さは露光量により変化する為強度にマスクの透過率、露光時間などにより残存厚さは変化する、レジストへの露光量とレジストの残存厚さの関係は図11に示す式1のようになる、式1はランバートベアの式として公知の関係式であり式中のE<sub>c</sub>は臨界露光量、E<sub>o</sub>は露光量、C<sub>d</sub>は現像後のネガレジストの残存厚さ、D<sub>p</sub>は透過深度で示している。

図6に実験からのマスク濃度とレジストの残存厚さの関係を示す。図6中の縦軸は現像処理後のレジストの残存厚さ、横軸はグレイスケールマスクの透過率を示している。図中の近似直線25は実験値から得られる近似直線で近似直線25と残存厚さゼロの横軸との交点26は臨界露光量E<sub>c</sub>に対応する透過率を示している、尚この図は横軸が対数目盛の片対数グラフであり図6関係は式1に準じた結果となっている。

#### 【0010】

尚、本実施例のマスク透過率と残存厚さの関係はレジストにJSR社のTHB130、現像液に同社指定品を使用し、マスク面の照度450mJ/mJ/cm<sup>2</sup> (uv光源)、露光時間30秒での場合である。

実際の造形では使用するレジスト、現像液に合わせて露光、現像条件を定めた上で図6のようなマスクの透過率とレジスト残存厚さの関係を求めて変換テーブルを作り要望する形状の各点の高さから対応する各点のマスク透過率を設定してマスク製作を行う。

#### 【 0 0 1 1 】

図2のような凸レンズ形状部10の形状生成を行う場合にはグレイスケールマスク3の濃度階調は中央断面で図3のような透過率分布を持たせ中心部の透過率を高く周辺部の透過率を低くなるようななだらかな階調を持たせレンズ部以外の最も高さの低い部分に対応するところには臨界露光量Ecより若干多くの照射エネルギーとなるようにな透過率分布とする。図3中での同心円11はマスクを上面からの図でレンズ形状を作るために同心円状に等しい透過率を示す。露光量の分布は横方向は透過率分布12、縦方向は透過率分布13のようになだらかな分布とする前述したレンズ部以外の最も高さの低い部分に対応するところには臨界露光量Ecより若干多くの照射エネルギーとなるような透過率分布をしているのは露光系の照度変化やレジストの感度バラツキによる形状変化を抑える為でありEcより若干多くの照射エネルギー照射となる為にレジストの残存部21が生じる。

#### 【 0 0 1 2 】

残存部21に相当する部分のグレイスケールマスクの透過率は形状生成部の最低露光量部14、15となる。

#### 【 0 0 1 3 】

また図5のような凹レンズ形状部22を生成するためにはマスクの透過率分布を中心部の透過率を高く周辺部の透過率を低くなるような図7のような階調を持たせることにより現像処理後に凹状のレンズ形状が得られる。

#### 【 0 0 1 4 】

本発明の製造方法ではレジストに対する露光量が臨界露光量Ec以下の領域では現像後にレジストは残らず露光量がEc以上の領域で式1の関係式で表されるレジスト厚さが残存する。生成される形状は基板上面が基準となり基板には高精度なガラス板などが使える為生成される形状精度も従来の製造方法（ポジレジストを使用し、塗布されたレジストの上面基準での製作する）に対して高精度に形状を生成できる。

#### 【 0 0 1 5 】

一般的にレジストを厚く塗布した場合には塗布面の面精度や厚さバラツキが悪化するが本発明の方式では上記のように最低のレジスト厚さが生成する形状の高さ以上となっていればレジスト上面平坦度は生成される形状に影響を与えない為高さ寸法の大きな形状も高精度で生成可能である。

#### 【 0 0 1 6 】

又、レジスト上に生成された形状はメッキ処理により金属の厚膜をレジスト上に形成することにより金型化することが一般的であり金型化の工程は表面導電処理後に電気メッキにより厚膜化を行う方式電鋳法が確立されている。以下、レジストを図2の凸状に形状生成し凹上の金型を得る方法について簡略的に露光、現像、導電処理、厚膜メッキ工程について図10を用いて説明する。

図10（a）は透明基板5の一方の片面にネガレジスト4を塗布し、透明基板5の他方の面側からグレイスケールマスク3を介してのネガレジスト4を露光する工程を示し、図10（b）は現像後にレンズ形状部20を有するレジスト50が生成された状態を示す。この工程は前述したように、図2に示すレンズ形状を得る為に図3の透過率分布のグレイスケールマスク3を使用する。次に、図10（b）の工程で得られたレンズ形状部20を有するレジスト50の表面を導電処理しその後電気メッキ（電鋳法）により図10（c）に示すように金属の厚膜メッキ部23をレジスト50に形成する。次に、図10（d）に示すように、金属の厚膜部23から透明基板5、レジストを剥離除去し、その後、外形処理などの機械加工を行い金型を製作する。このようにして製作された金型を用いて、マイクロレンズ等の立体形状を有する微細形状物を製造する。以上の工程によって、アスペクト比の大きな三次元形状の微細形状物を製造することができる。

#### 【 0 0 1 7 】

### (第二の実施形態)

本実施形態では解像力の向上を達成する為の微細形状物の製造方法について図8を用いて説明する。本実施形態では透明基板上にグレイスケールを描画したマスクを用いそのマスク面にネガレジストを塗布して基板側から露光を行う。レジストはマスク上に直接塗布されるためグレイスケールマスクとレジストを完全に密着することが可能となり光の回折による解像力の低下を最小限に抑えることができ、第一の実施形態より更に高精細な形状生成が達成される。

#### 【0018】

本実施形態ではネガレジスト32を透明基板30上のグレイスケールマスク31面に直接塗布して使用する。図8に示すように光源のUVランプ1からの光を光学系2を用いて平行化、均一化しグレイスケールマスクを表面に描画した透明基板30に照射する。図8の配置のように露光は透明基板30のネガレジスト32が塗布されていない面から光を照射し透明基板30の透明部を通過して透明基板30上に描画されたグレイスケールマスク31に入りマスクを介してネガレジスト32に照射される。

図8の構成ではマスク面とレジストが完全密着の状態になる為回折による解像力の低下を最小限に抑えることが出来るため高解像が得られ從来到達できなかつた微細形状の生成が可能となる。

#### 【0019】

尚、高解像を得るために光源から照射される光が平行化されていることが望ましい。

#### 【0020】

本実施形態で使用するマスクの透過率分布などは第一の実施形態とほぼ同じであり高解像が必要な場合は本実施形態が有利となるが解像度の要求が低く单一マスクからの多数の形状生成を行う場合は第一の実施形態がコスト的に有利となる。

#### 【0021】

### (第三の実施形態)

第一、第二の実施形態ではマスクをレジストまたは透明基板に密着させて等倍の露光を行っているが縮小または拡大光学系を使用してマスク像をレジスト上に結像させて露光を行うことも可能である。本実施形態では縮小露光系を用いてグレイスケールマスク像をレジスト上に結像させて形状生成を行う実施形態を示す。

#### 【0022】

図9に本実施形態の実施図を示す。光源のUVランプ1からの光は光学系2により平行化、均一化しグレイスケールマスク3に照射される、グレイスケールマスク3からの光は縮小光学系40により縮小されて透明基板5を介して透明基板5に塗布されたネガレジスト4に照射投影される。本実施形態では縮小光学系を使用することによりマスク描画サイズ以下の形状生成が可能となり更に微細な形状生成が可能となる。

グレイスケール露光では滑らかな形状生成をする為には高精細な描画装置が必要であるが本実施形態のように縮小光学系を使用することにより画素サイズの大きい描画装置で作ったマスクを用いても光学系で縮小される為滑らかな形状生成が可能となる。

#### 【0023】

例えば光学部品などの要求を満足する表面性状を得たい場合に密着や1倍露光の光学系でグレイスケールマスクの濃度をドットの密度で表現するような方式のマスクを使用する場合にはドットの大きさはサブミクロ以下にしないとレジスト上に生成される形状にドット形状が表れてしまうが1対10の縮小光学系を使用すればドットの大きさはミクロンサイズまで許容されるためマスク描画が容易になる。

#### 【0024】

以上のように本実施形態のような構成は微細な形状や滑らかな形状が要求される用途に適している。

#### 【0025】

### 【発明の効果】

以上のように本発明における微細形状物の製造方法によれば高精細な3次元形状をレジス

ト上に生成することが可能となりまたアスペクト比の大きな形状も製作可能となる。この結果、レジスト上に形成した3次元形状をもとに金型を製作し、この金型を用いて、マイクロレンズ等のアスペクト比の大きな三次元形状の微細形状物を製造することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第一の実施形態における微細形状物を製造する製造工程を説明するための図。

【図2】凸レンズ形状部を示す概略図。

【図3】図2における凸レンズ形状部の生成をおこなう為のグレイスケールマスクの透過率分布図。

【図4】第一実施形態で得られるレンズ形状部を示す概略図。

【図5】凹レンズ形状部を示す概略図。

【図6】グレイスケールマスク透過率とネガレジストの現像後の残存厚さとの関係図。

【図7】図5における凹レンズ形状部を生成する為のグレイスケールマスクの透過率分布図。

【図8】第二の実施形態における微細形状物の製造工程を説明するための概略図。

【図9】第三の実施形態における微細形状物の製造工程を説明するための概略図。

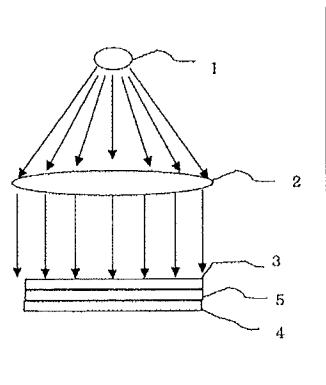
【図10】本発明の微細形状物の製造方法における製造工程を示す簡略図。

【図11】式1を示す図。

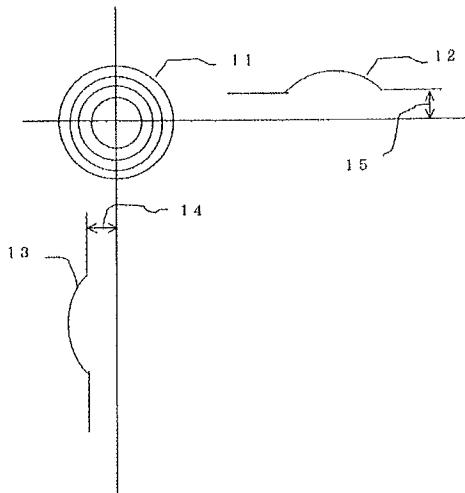
【符号の説明】

- |    |                     |
|----|---------------------|
| 1  | 光源                  |
| 2  | 平行化、均一化光学系          |
| 3  | グレイスケールマスク          |
| 4  | ネガレジスト              |
| 5  | 透明基板                |
| 10 | 凸レンズ形状部             |
| 11 | 同心円の等透過率線           |
| 12 | 横方向の透過率分布           |
| 13 | 縦方向の透過率分布           |
| 14 | 最低露光量に対応した透過率       |
| 15 | 最高露光量に対応した透過率       |
| 20 | 生成されたレンズ形状部         |
| 21 | 最高露光量に対応したレジスト残部    |
| 22 | 凹レンズ形状部             |
| 23 | 厚膜メッキ部              |
| 30 | グレイスケールマスクを描画した透明基板 |
| 31 | グレイスケールマスク          |
| 32 | ネガレジスト              |
| 40 | 縮小光学系               |
| 50 | レンズ形状を有するレジスト       |

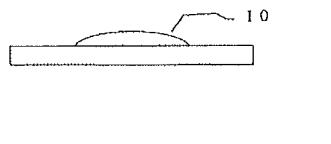
【図1】



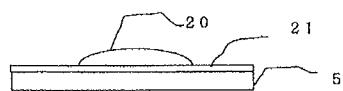
【図3】



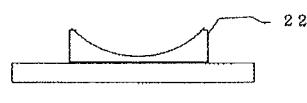
【図2】



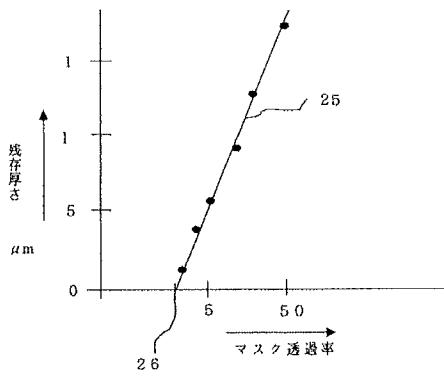
【図4】



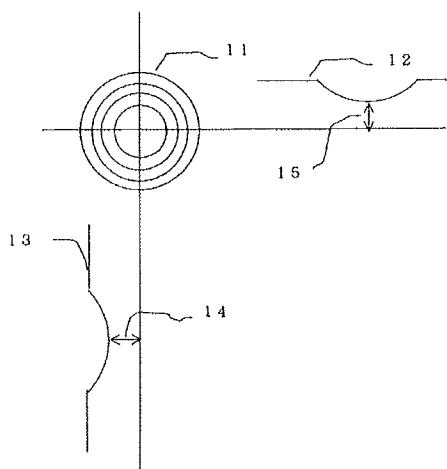
【図5】



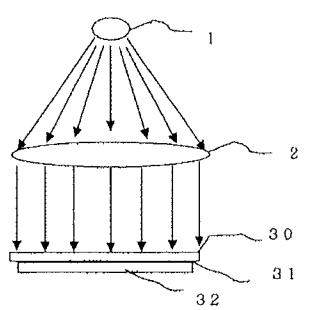
【図6】



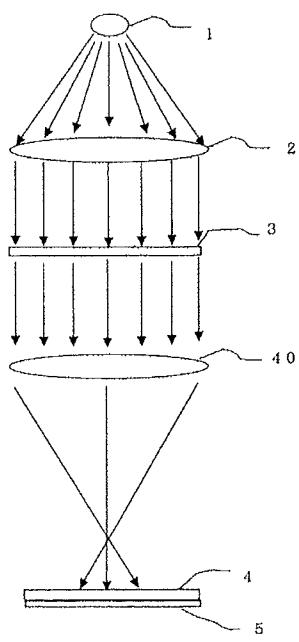
【図7】



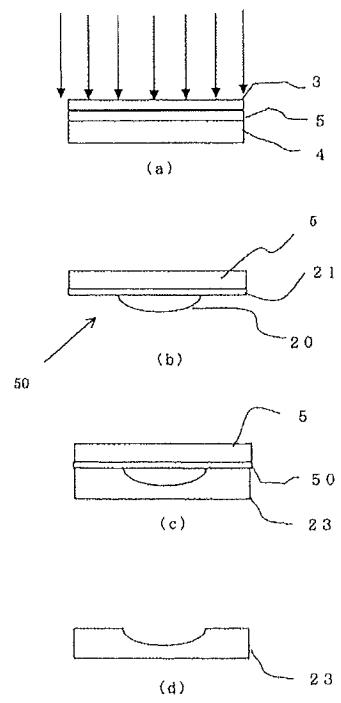
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

式 1

$$C_d = D_p \ln(E_\theta/E_c) \quad (1)$$

 $C_d$ : 残存厚さ(  $\mu\text{m}$  ) $E_\theta$ : 露光エネルギー—(mJ/cm<sup>2</sup>) $E_c$ : 臨界露光量 (mJ/cm<sup>2</sup>) $D_p$ : 透過深度(  $\mu\text{m}$  )

